

KANDUNGAN LOGAM BERAT DALAM UDARA AMBIEN PADA BEBERAPA KOTA DI INDONESIA

HEAVY METAL CONCENTRATIONS OF AIR AMBIENT IN SEVERAL CITIES IN INDONESIA

Rita Mukhtar¹, Hari Wahyudi¹, Esrom Hamonangan¹, Susy Lahtiani¹, Muhayatun Santoso²,
Diah Dwiana Lestiani², dan Syukria Kurniawati²

(Diterima tanggal 15-04-2013; Disetujui tanggal 01-08-2013)

ABSTRAK

Pencemaran udara terutama di kota-kota besar (ibukota provinsi) telah menjadi salah satu masalah yang serius. Kontribusi pencemar terbesar berasal dari emisi gas buang kendaraan bermotor, industri, pembangkit listrik, dan kegiatan rumah tangga. Bahan pencemar udara yang ditimbulkan dapat berupa gas maupun partikulat debu. Di Indonesia, saat ini belum tersedia data series khususnya data logam berat di udara ambien. PUSARPEDAL sesuai dengan tugas pokok dan fungsinya melakukan pemantauan bekerjasama dengan Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN) dalam rangka pemanfaatan iptek nuklir untuk perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup. Pengambilan contoh uji menggunakan alat *Gent Staked Filter Unit sampler* seminggu sekali pada tahun 2012 pada 10 kota di Indonesia. Analisis logam berat dilakukan dengan menggunakan Energy Dispersive X-Ray Fluorescence (ED-XRF). Kisaran kadar unsur (ng/m³) Na, Mg, Al, Si, S, K, Ca, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, dan Pb, secara berurut adalah; 1,90 – 667; 1,33 – 786; 0,13 – 1020; 0,2 – 744; 2,54 – 1397; 3,7 – 640; 0,48 – 381; 1,3 – 7,2 ; 0,02 – 22,5; 1,94 – 1561; 0,018 – 18,52; 0,26 – 13; 0,05 – 18,79; 2,9 – 913; 0,2 – 2664,2.

Kata kunci: *udara ambien, logam berat, Gent Staked Filter Unit sampler, X-Ray Fluorescence*

ABSTRACT

Air pollution in big cities (province capital) has become serious problem. The major contributions are from emission gas from motor vehicles, industrial activities, electric power generator and domestic activities. Air pollution parameters are in gas and particulate form, which at present the data series especially for heavy metals in ambient are not available. PUSARPEDAL with the main task and function to do the monitoring of environmental quality has a research cooperation with National Nuclear Energy Agency of Indonesia for implementation of nuclear technique for environmental management and protection, to obtain the data series of heavy metal in air ambient. Samplings were carried out once a week using *Gent Staked Filter Unit sampler* at 2012 in 10 cities in Indonesia. Heavy metal analysis was done using Energy Dispersive X-Ray Fluorescence (ED-XRF). The range of elemental concentrations (ng/m³) Na, Mg, Al, Si, S, K, Ca, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, and Pb, in PM_{2.5} was; 1,90 – 667; 1,33 – 786; 0,13 – 1020; 0,2 – 744; 2,54 – 1397; 3,7 – 640; 0,48 – 381; 1,3 – 7,2; 0,02 – 22,5; 1,94 – 1561; 0,018 – 18,52; 0,26 – 13; 0,05 – 18,79; 2,9 – 913; 0,2 – 2664,2.

Keywords: *air pollution, heavy metals, Gent Staked Filter Unit sampler, X-Ray Fluorescence*

PENDAHULUAN

Logam berat merupakan salah satu bahan pencemar udara ambien yang ikut bersama partikulat udara. Keberadaan logam berat di udara ambien dapat disebabkan karena

aktifitas manusia maupun faktor alam. Baku mutu untuk logam berat di udara ambien belum banyak diatur di dalam Lampiran Peraturan Perundang-undangan Indonesia

¹ PUSARPEDAL – Kementerian Lingkungan Hidup

² PTNBR – Pusat Teknologi Nuklir Bahan dan Radiometri- Badan Tenaga Nuklir Nasional

PP No. 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara, kecuali untuk logam berat timbal (Pb) yang diukur dengan metode gravimetri analisis ekstraksi pengabuan menggunakan alat sampling *High Volume Air Sampler* (HVAS) dan analisis menggunakan *Atomic Absorption Spectrofotometry* (AAS), yaitu $2 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ [1,2].

Total Suspended Partikulate (TSP) merupakan partikel atau aerosol <100 mikrometer partikel kasar tersaring dalam sistem pernafasan atas, PM_{10} partikel halus atau aerosol berdiameter hingga 10 mikrometer dapat masuk kedalam sistem pernafasan. $\text{PM}_{2.5}$ partikel sangat halus dibawah 2,5 mikrometer yang dapat masuk ke dalam paru-paru, sangat berbahaya karena ukurannya sangat halus. Partikel sangat halus dapat mengandung logam. Logam berat dalam bentuk partikel dapat mempengaruhi kesehatan manusia jika masuk kedalam pernapasan kemudian menembus ke bagian dalam paru-paru manusia, dapat menimbulkan berbagai penyakit seperti ISPA, gejala anemia, hambatan dalam pertumbuhan, sistem kekebalan tubuh yang lemah, gejala autisme, kanker paru-paru, bahkan kematian dini.

Pusat Sarana Pengendalian Dampak Lingkungan (PUSARPEDAL) merupakan salah satu unit kerja yang ada dibawah Kementerian Lingkungan Hidup (KLH) yang telah menjalin kerjasama dengan BATAN khususnya kelompok Teknik Analisis Radiometri dalam penelitian kajian dan monitoring pencemaran udara sejak tahun

2008. Berbagai kegiatan telah dilakukan antara lain kajian pencemaran timbal di udara ambien di Tangerang dan sekitarnya.

Pada makalah ini dilakukan penentuan kandungan beberapa unsur logam berat didalam $\text{PM}_{2.5}$. Hasil yang diperoleh diharapkan dapat memberikan kontribusi, mendukung dan mendorong pemerintah untuk membuat kebijakan yang tepat dan terarah dalam upaya meningkatkan kualitas udara di Indonesia agar gangguan kesehatan dan kerugian ekonomi yang lebih besar dapat dihindari. Dan bagi pengambil kebijakan, data ini dapat digunakan sebagai data dasar dalam kajian baku mutu logam berat di udara ambien di Indonesia.

METODOLOGI

Pengambilan Contoh Uji (*Sampling*)

Pengambilan contoh uji dilakukan dengan menggunakan alat *Gent stacked filter unit sampler* yang berlangsung selama 24 jam dengan laju alir berada pada rentang 15-18 L/min. Alat *Gent stacked filter unit sampler* terdiri dari dua filter, yaitu filter jenis *Nuclepore polikarbonat* yang ukuran pori filter $0,4 \mu\text{m}$ digunakan untuk penentuan logam berat dalam $\text{PM}_{2.5}$ dan filter berukuran pori $8 \mu\text{m}$ yang akan digunakan untuk penentuan logam berat dalam $\text{PM}_{2.5-10}$ [3,4]. Pengambilan contoh uji di beberapa kota dilakukan pada tahun 2012 periode waktu yang berbeda-beda, peta lokasi sampling partikulat udara di beberapa kota disajikan pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Peta Lokasi Sampling Logam Berat pada Partikulat Udara pada Beberapa Kota di Indonesia

Analisis Contoh Uji

Analisis logam berat dilakukan dengan menggunakan EDXRF Epsilon 5 dengan metode Analisis spectrum X-ray yang merupakan teknik analisis nuklir X-Ray Fluorescence (XRF), unsur yang dianalisis adalah unsur yang berada didalam $PM_{2.5}$. Analisis dilakukan di Pusat Teknologi Nuklir Bahan dan Radiometri-Batan Bandung.

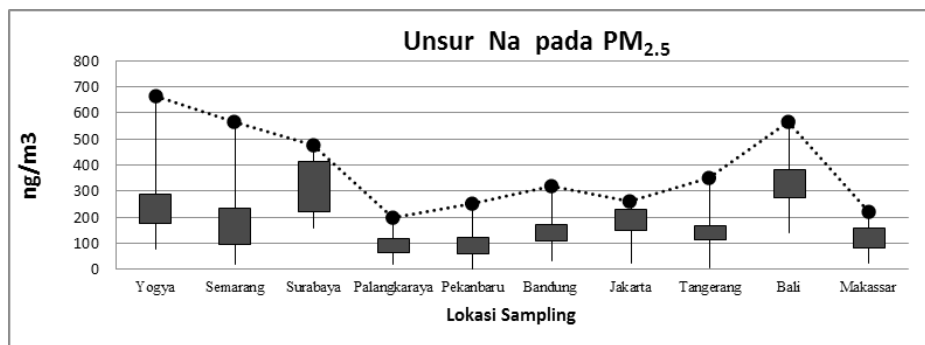
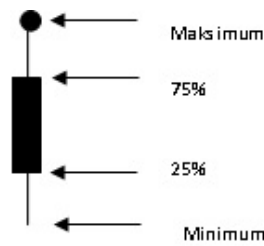
Pemilihan metode didasarkan pada teknik analisis unsur yang sangat selektif dengan kepekaan tinggi, simultan dan memiliki batas deteksi mencapai orde nanogram. Metode ini sangat sesuai digunakan untuk analisis jumlah sampel yang relatif banyak terkadang

mencapai ratusan buah filter dan berat sampel per filter yang hanya sedikit 100 – 600 μg . Metode yang digunakan untuk analisis unsur telah divalidasi sebagai kontrol kualitas data yang didapatkan. Validasi metode dilakukan menggunakan SRM (*Standard Reference Material*) *Air Particulate on Filter Media*. [5,6,7].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kisaran hasil analisis 15 unsur ; Na, Mg, Al, Si, S, K, Ca, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Pb. yang terdapat pada $PM_{2.5}$ di udara ambien di 10 Kota yaitu Yogyakarta, Semarang, Surabaya, Palangkaraya, Pekanbaru, Bandung, Jakarta, Tangerang, Bali, dan Makassar disajikan pada grafik 1 s/d 15.

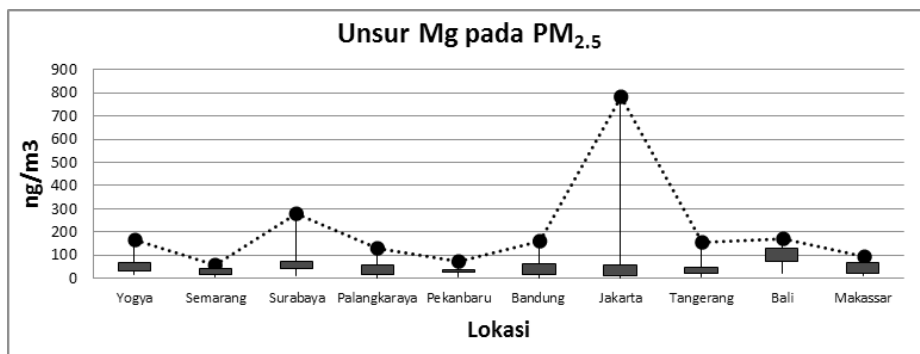
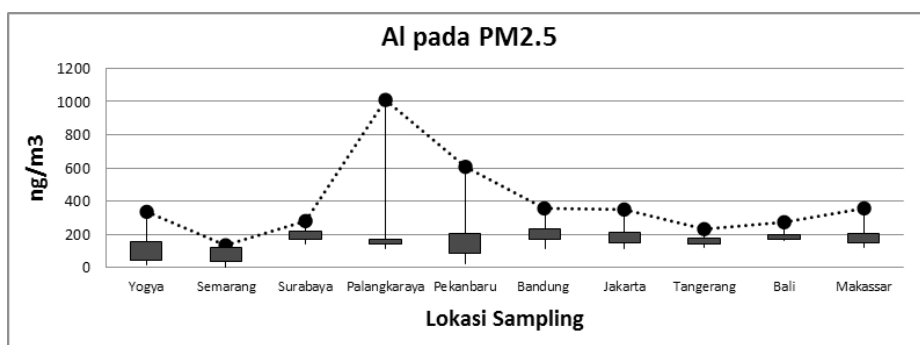
Keterangan Pembacaan Grafik:

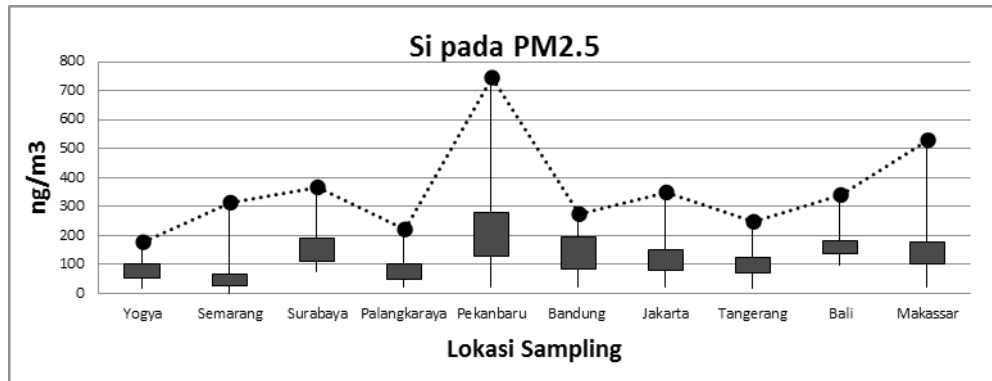
Grafik 1. Kisaran Konsentrasi Na dalam PM_{2.5} Pada Beberapa Kota di Indonesia

Kisaran natrium (Na) di beberapa lokasi sampling berkisar antara 1.9-667 ng/m³, disajikan pada Grafik 1. Keberadaan Na di udara ambien dapat berasal dari *seasalt* (garam laut). NaCl merupakan 90% berat kering air laut. Penguapan Na biasanya

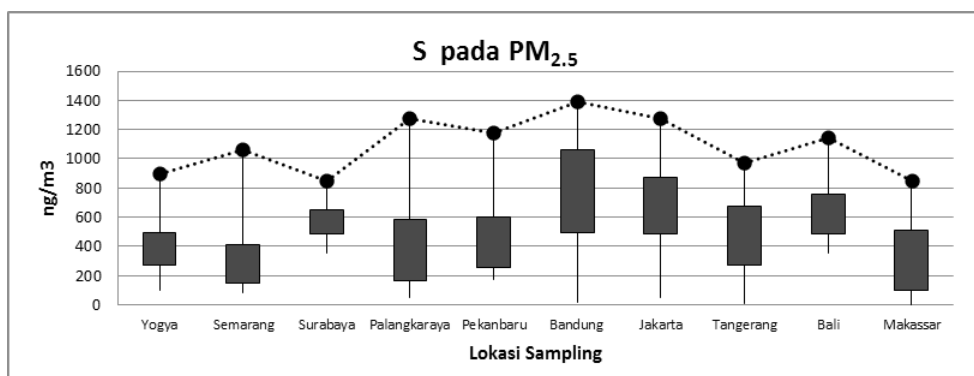
bersamaan dengan Cl. [8,9,10].

Kisaran magnesium (Mg) di lokasi yang dipantau adalah 1,33 – 786 ng/m³, disajikan pada Grafik 2. Sumber Mg dapat berasal dari air laut dan dari tanah [8,9,10].

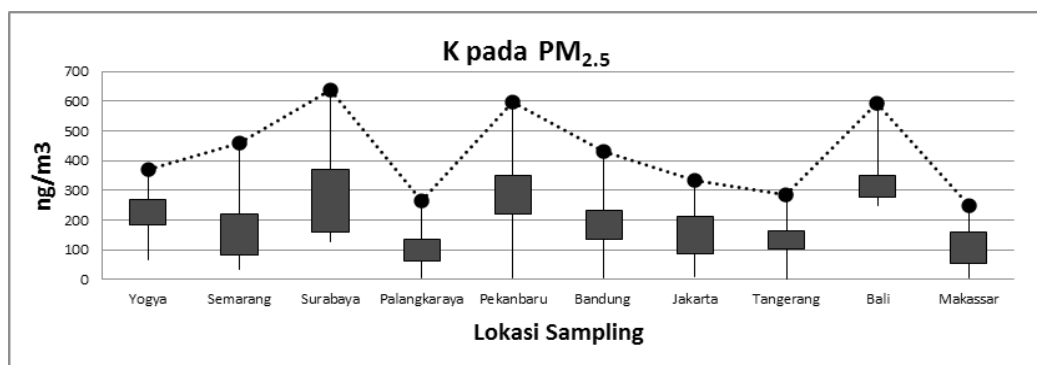
Grafik 2. Kisaran Konsentrasi Mg dalam PM_{2.5} Pada Beberapa Kota di IndonesiaGrafik 3. Kisaran Konsentrasi Al dalam PM_{2.5} Pada Beberapa Kota di Indonesia



Grafik 4. Kisaran Konsentrasi Si dalam PM_{2.5} Pada Beberapa Kota di Indonesia



Grafik 5. Kisaran Konsentrasi S dalam PM_{2.5} Pada Beberapa Kota di Indonesia



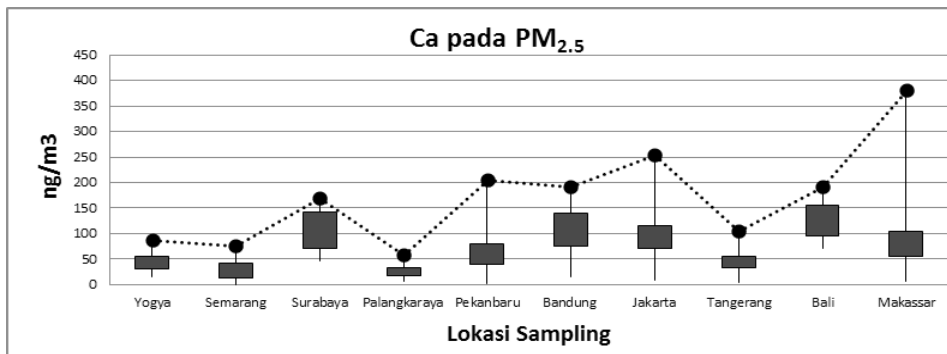
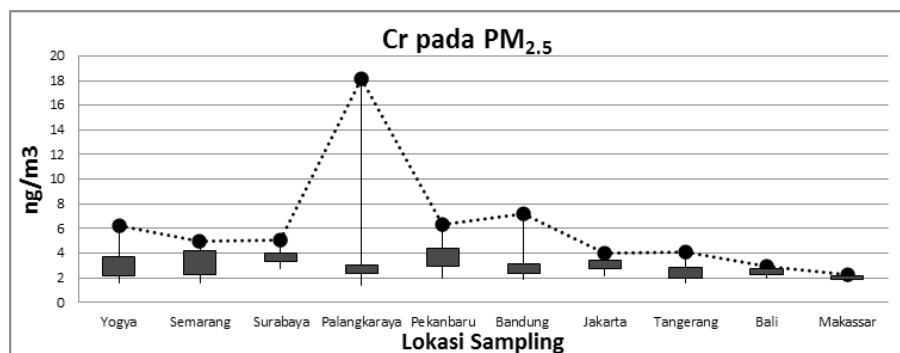
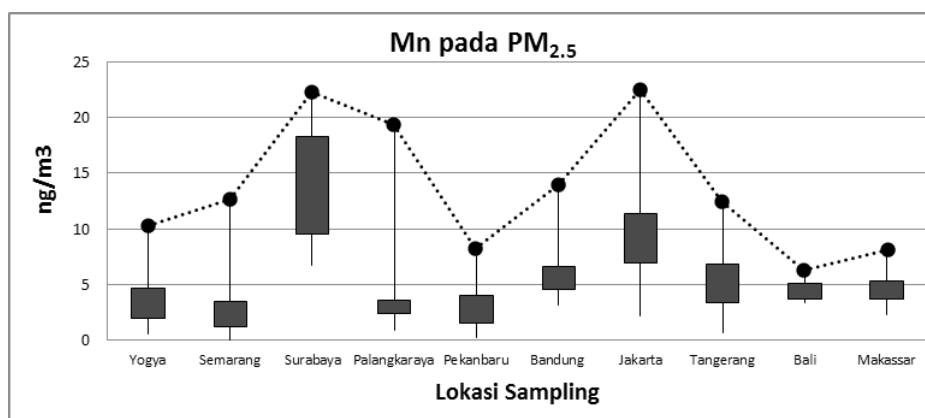
Grafik 6. Kisaran Konsentrasi K dalam PM_{2.5} Pada Beberapa Kota di Indonesia

Aluminium (Al) bisa berasal dari tanah, seperti pada pembukaan lahan baru[8,9,10]. Kisaran Al di daerah yang dipantau adalah 0,13 – 1020 ng/m³, disajikan pada Grafik 3.

Silika (Si) dapat berasal dari tanah [8,9,10], kisaran Si di daerah yang dipantau adalah 0,2 – 744 ng/m³, Grafik 4. Menyajikan nilai kisaran Si di beberapa kota di Indonesia.

Sulfur (S) dapat berasal dari air laut, pembakaran batu bara, *secondary sulphat*, emisi dari industri, kendaraan bermotor [8,9,10]. Kisaran S di daerah yang dipantau adalah 2,54 – 1397 ng/m³.

Sumber kalium (K) di udara dapat berasal dari pembakaran biomassa (*biomass burning*), asap (*smog*), kisaran K disajikan pada Grafik 6. Pembakaran biomassa dapat menyumbang

Grafik 7. Kisaran Konsentrasi Ca dalam PM_{2.5} Pada Beberapa Kota di IndonesiaGrafik 8. Kisaran Konsentrasi Cr dalam PM_{2.5} Pada Beberapa Kota di IndonesiaGrafik 9. Kisaran Konsentrasi Mn dalam PM_{2.5} Pada Beberapa Kota di Indonesia

sumber pencemar K di udara ambien [5]. Kisaran K di daerah yang dipantau adalah 3,7 – 640 ng/m³.

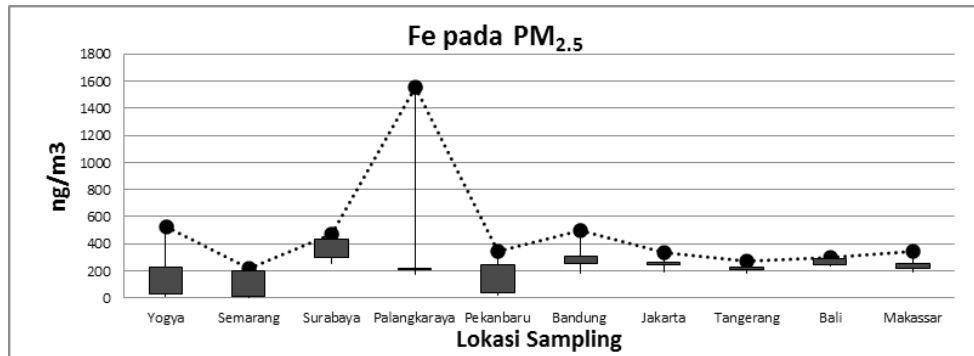
Kalsium (Ca) bersumber dari tanah atau soil [8,9,10]. Kisaran Ca di beberapa kota yang dipantau adalah 0,48 – 381 ng/m³.

Kisaran kromium (Cr) di beberapa kota yang dipantau yaitu 1,3 – 7,2 ng/m³, disajikan

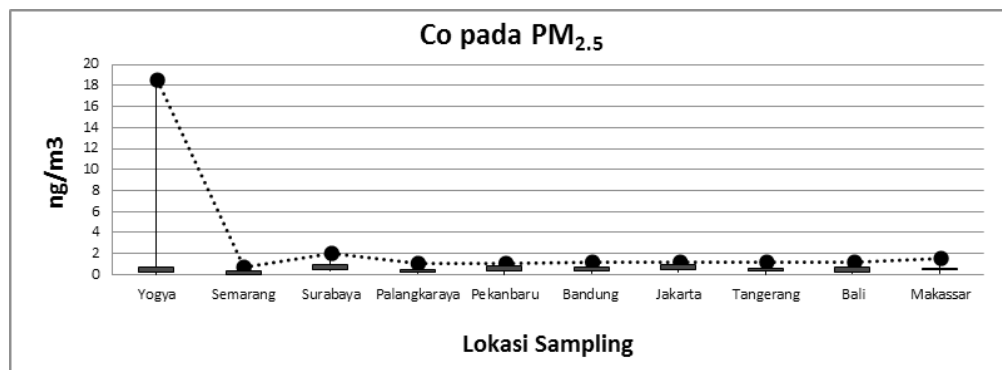
pada Grafik 8. Cr dapat berasal dari kegiatan industri [8,9,10].

Kisaran Mangan (Mn) di beberapa kota yang dipantau yaitu 0,02 – 22,5 ng/m³, disajikan pada Grafik 9. Sumber Mn dapat berasal dari tanah [8,9,10].

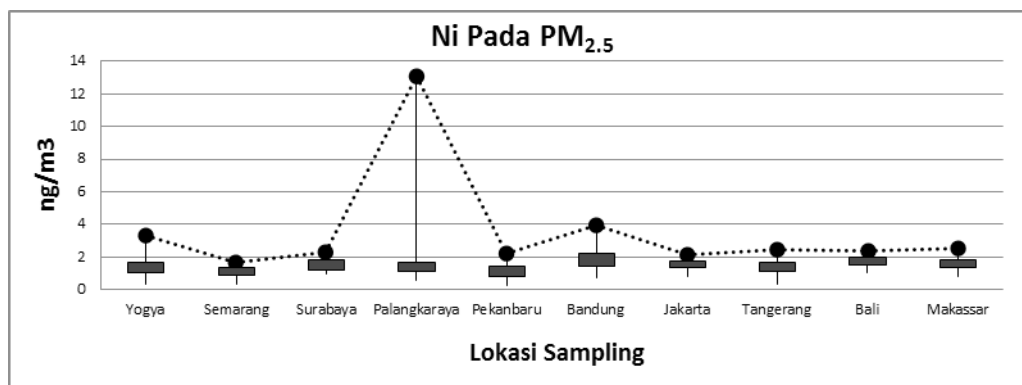
Kisaran besi (Fe) di lokasi yang dipantau adalah 1,94 – 1561 ng/m³, disajikan pada



Grafik 10. Kisaran Konsentrasi Fe dalam $PM_{2.5}$ Pada Beberapa Kota di Indonesia



Grafik 11. Kisaran Konsentrasi Co dalam $PM_{2.5}$ Pada Beberapa Kota di Indonesia



Grafik 12. Kisaran Konsentrasi Ni dalam $PM_{2.5}$ Pada Beberapa Kota di Indonesia

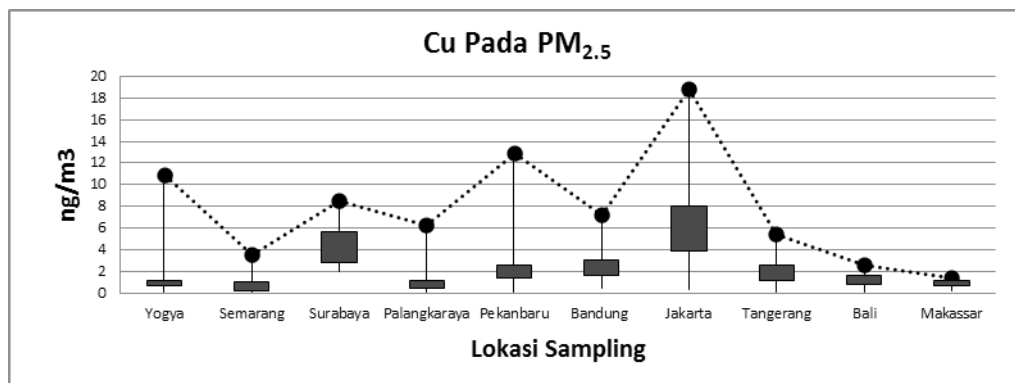
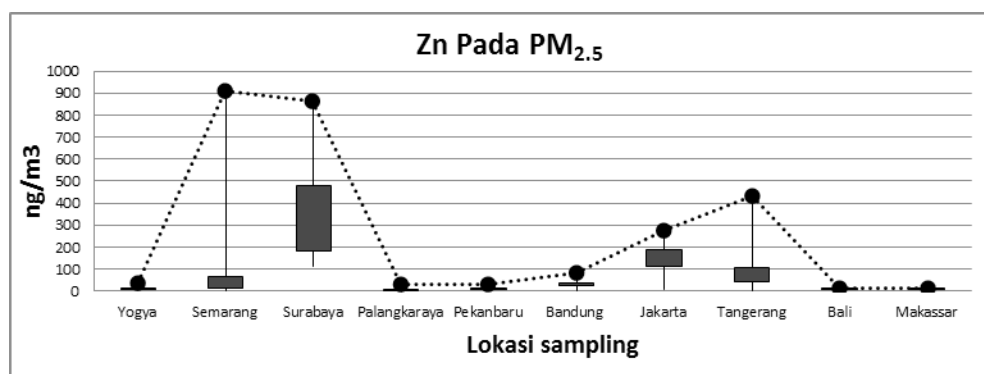
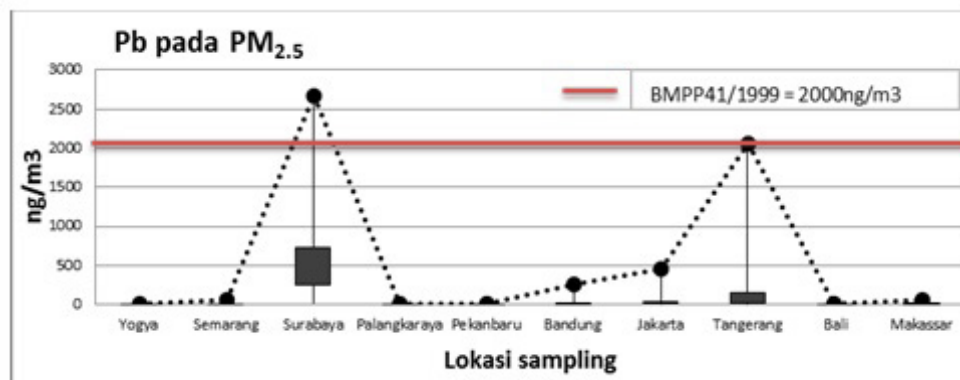
Grafik 10. Keberadaan Fe dapat berasal dari tanah, dan kegiatan industri[8,9,10].

Kisaran kobalt (Co) di lokasi yang dipantau adalah 0,018 – 18,52 ng/m³. Keberadaan Co dapat berasal dari kegiatan industri[8,9,10].

Kisaran nikel (Ni) pada lokasi sampling yang dipantau adalah 0,26 – 13 ng/m³, disajikan pada Grafik12. Ni dapat berasal dari minyak atau diesel[8,9,10].

Kisaran copper (Cu) di lokasi yang dipantau adalah 0,05 – 18,79 ng/m³, disajikan pada Grafik13. Sumber Cu dapat berasal dari industri[8,9,10].

Kisaran seng (Zn) di lokasi yang dipantau adalah 2,9 – 913 ng/m³, disajikan pada Grafik 14. 25%-75% data Zn di Surabaya cukup tinggi jika dibandingkan dengan lokasi lainnya. Zn dapat berasal dari kegiatan industri, seperti industri peleburan logam (elektroplating) [8,9,10].

Grafik 13. Kisaran Konsentrasi Cu dalam PM_{2.5} Pada Beberapa Kota di IndonesiaGrafik 14. Kisaran Konsentrasi Zn dalam PM_{2.5} Pada Beberapa Kota di IndonesiaGrafik 15. Kisaran Konsentrasi Pb dalam PM_{2.5} Pada Beberapa Kota di Indonesia

Timbal (Pb) merupakan unsur yang telah diatur dalam Peraturan Pemerintah No. 41/1999 tentang Pengendalian dan Pencemaran Udara, dengan baku mutu Pb dalam *Total Suspended Particulate* (TSP) adalah 2 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ atau 2000 ng/Nm^3 . Pb yang diukur pada makalah ini adalah Pb yang menggunakan alat Gent sampler, Pb dalam ukurannya kecil dari 2.5

μm atau ($\text{PM}_{2.5}$). Konsentrasi Pb tertinggi terdapat di Surabaya yaitu 2664 ng/m^3 , kemudian Serpong-Tangerang yaitu 2045 ng/m^3 , dan telah melebihi baku mutu, disajikan pada Grafik 15. Pb dapat dihasilkan dari emisi industri dan kendaraan bermotor.

Kisaran konsentrasi Pb di udara ambien di beberapa kota di Indonesia yaitu 0,2 – 2664,2

Tabel 1. Kisaran Konsentrasi Pb di Beberapa Kota di Indonesia

Lokasi	Range Pb ng/m ³	
	Min	Max
Yogya	(0.61 - 12.23)	
Semarang	(2.24 - 61.95)	
Surabaya	(10.43 - 2664.2)	
Palangkaraya	(0.18 - 5.47)	
Pekanbaru	(0.20 - 14.11)	
Bandung	(1.86 - 254.4)	
Jakarta	(2.71 - 456.93)	
Tangerang	(0.97 - 2045.0)	
Bali	(1.19 - 8.24)	
Makassar	(0.67 - 46.97)	

Tabel 2. Kisaran Konsentrasi Na, Al, S, K, dan Fe di beberapa Kota di Indonesia

Lokasi	Na (ng/m ³)		Al (ng/m ³)		S (ng/m ³)		K (ng/m ³)		Fe (ng/m ³)	
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
Yogya	(77.81 - 667.4)		(13.74 - 339.9)		(98.13 - 896.7)		(66.54 - 370.2)		(158.5 - 125.0)	
Semarang	(17.55 - 565.6)		(0.13 - 138.9)		(82.50 - 1063)		(35.29 - 458.2)		(88.81 - 88.26)	
Surabaya	(159.3 - 477.2)		(140.0 - 282.1)		(355.5 - 849.1)		(127.5 - 640.2)		(352.8 - 74.21)	
Palangkaraya	(17.44 - 201.7)		(110.6 - 1020)		(44.85 - 1275)		(4.95 - 266.6)		(244.7 - 189.3)	
Pekanbaru	(1.91 - 254.1)		(22.19 - 611.4)		(175.2 - 1178)		(4.31 - 596.2)		(109.8 - 107.1)	
Bandung	(33.98 - 319.5)		(112.0 - 357.0)		(13.53 - 1398)		(6.71 - 429.8)		(284.3 - 44.45)	
Jakarta	(25.75 - 261.6)		(116.4 - 351.1)		(48.99 - 1276)		(8.41 - 332.8)		(254.0 - 30.69)	
Tangerang	(5.31 - 350.8)		(121.5 - 230.5)		(5.35 - 973.6)		(3.71 - 284.3)		(222.7 - 21.07)	
Bali	(138.3 - 568.3)		(163.8 - 274.3)		(355.9 - 1146)		(247.6 - 591.6)		(267.2 - 25.36)	
Makassar	(24.00 - 222.9)		(118.1 - 359.2)		(2.54 - 853.1)		(6.07 - 252.4)		(240.3 - 38.07)	

ng/m³, disajikan pada Tabel 1.

Kisaran konsentrasi Na, Al, S, K, Fe di beberapa kota di Indonesia disajikan pada Tabel 1. Sulfur yang tertinggi hasil pengujian di 10 lokasi pemantauan secara berurut terdapat di Kota Bandung, Jakarta, Surabaya, Bali, Tangerang dan Pekanbaru nilai reratanya diatas 400 ng/m³, dan kota lainnya berada dibawah 400 ng/m³. Belum ada baku mutu untuk membandingkan S di udara ambien.

Kisaran konsentrasi unsur Mg, Si, Ca, dan Zn di udara ambien di beberapa kota di Indonesia disajikan pada Tabel 3. Untuk parameter magnesium (Mg), silikon (Si), kalsium (Ca),

dan seng (Zn), Zn yang tertinggi terdapat di Kota Surabaya, dengan nilai rerata 344,78 ng/m³, nilai Zn kota lainnya berada dibawah 150 ng/m³.

Kisaran konsentrasi Cr, Mn, Co, Ni, dan Cu, di beberapa kota di Indonesia, disajikan pada Tabel 4. Unsur yang paling tinggi di beberapa kota untuk parameter kromium (Cr), mangan (Mn), kobal (Co), nikel (Ni), dan copper (Cu), Mn yang tertinggi secara berturut terdapat di Kota Surabaya dan Jakarta dengan nilai rerata 14,07ng/m³ dan 10,00ng/m³, nilai Mn di kota lainnya berada dibawah 6ng/m³.

Tabel 3. Kisaran Konsentrasi Mg, Si, Ca, dan Zn di beberapa Kota di Indonesia

Lokasi	Mg (ng/m ³)		Si (ng/m ³)		Ca (ng/m ³)		Zn (ng/m ³)	
	min	max	min	max	min	max	min	max
Yogya	(14.41 - 166.3)	(17.10 - 176.6)	(15.75 - 86.33)	(4.33 - 37.35)				
Semarang	(4.51 - 61.72)	(0.25 - 307.0)	(0.49 - 76.20)	(1.81 - 913.9)				
Surabaya	(10.27 - 278.6)	(76.46 - 362.9)	(45.97 - 168.74)	(114.1 - 861.51)				
Palangkaraya	(1.34 - 130.0)	(23.00 - 213.8)	(6.84 - 59.08)	(4.10 - 32.04)				
Pekanbaru	(7.14 - 74.42)	(23.94 - 744.7)	(2.45 - 205.38)	(2.90 - 29.38)				
Bandung	(0.79 - 160.2)	(23.20 - 266.1)	(14.37 - 191.17)	(3.97 - 83.83)				
Jakarta	(2.10 - 786.4)	(22.17 - 345.4)	(9.12 - 253.48)	(6.40 - 277.3)				
Tangerang	(4.03 - 159.0)	(17.92 - 239.7)	(4.16 - 103.60)	(3.67 - 433.3)				
Bali	(22.58 - 172.3)	(97.35 - 332.9)	(71.40 - 190.88)	(7.63 - 16.78)				
Makassar	(9.48 - 92.99)	(20.27 - 527.3)	(5.63 - 381.32)	(3.79 - 23.18)				

Tabel 4. Kisaran Konsentrasi Unsur Cr, Mn, Co, Ni, dan Cu di beberapa Kota di Indonesia

Lokasi	Cr (ng/m ³)		Mn (ng/m ³)		Co (ng/m ³)		Ni (ng/m ³)		Cu (ng/m ³)	
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
Yogya	(3.01 - 0.98)	(3.49 - 2.04)	(1.28 - 3.87)	(1.44 - 0.61)	(1.21 - 1.73)					
Semarang	(3.32 - 1.04)	(2.95 - 2.74)	(0.24 - 0.27)	(1.07 - 0.33)	(0.80 - 0.83)					
Surabaya	(3.70 - 0.65)	(14.07 - 5.11)	(0.81 - 0.45)	(1.56 - 0.43)	(4.60 - 1.94)					
Palangkaraya	(3.06 - 2.25)	(3.24 - 2.47)	(0.39 - 0.23)	(1.65 - 1.69)	(1.01 - 1.10)					
Pekanbaru	(3.77 - 1.00)	(3.04 - 1.99)	(0.57 - 0.34)	(1.22 - 0.49)	(2.70 - 2.87)					
Bandung	(2.84 - 0.56)	(5.79 - 1.87)	(0.54 - 0.24)	(1.77 - 0.58)	(2.47 - 1.30)					
Jakarta	(3.17 - 0.50)	(10.00 - 5.34)	(0.62 - 0.33)	(1.52 - 0.34)	(6.38 - 4.19)					
Tangerang	(2.52 - 0.62)	(5.25 - 2.60)	(0.45 - 0.24)	(1.37 - 0.44)	(2.09 - 1.21)					
Bali	(2.52 - 0.29)	(4.50 - 1.01)	(0.46 - 0.33)	(1.76 - 0.37)	(1.32 - 0.73)					
Makassar	(2.05 - 0.20)	(4.43 - 1.44)	(0.58 - 0.34)	(1.59 - 0.44)	(0.88 - 0.33)					

SIMPULAN

Telah terdeteksi konsentrasi 15 unsur; Na, Mg, Al, Si, S, K, Ca, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Pb, pada PM_{2.5} dalam udara ambien di 10 lokasi yaitu Yogyakarta, Semarang, Surabaya, Palangkaraya, Pekanbaru, Bandung, Jakarta, Tangerang (Serpong), Bali, dan Makassar.

Kisaran kadar Na, Mg, Al, Si, S, K, Ca, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, dan Pb, pada PM_{2.5} secara berurut (ng/m³) ; 1,90 – 667; 1,33 – 786; 0,13 – 1020; 0,2 – 744; 2,54 – 1397; 3,7 – 640 ; 0,48 – 381; 1,3 – 7,2 ; 0,02 – 22,5 ; 1,94 – 1561 ; 0,018 – 18,52 ; 0,26 – 13 ; 0,05 – 18,79 ; 2,9 – 913 ; 0,2 – 2664,2 .

Dari semua unsur yang dipantau, hanya unsur Pb yang baru diatur keberadaannya diudara, yaitu pada Peraturan Pemerintah No. 41 tahun 1999 tentang pengendalian pencemaran udara, dengan nilai baku mutu Pb di dalam TSP 2 µg/m³ atau 2000 ng/m³. Jika dibandingkan dengan baku mutu negara- negara maju (USEPA) sudah menetapkan baku mutu Pb di udara ambien adalah 250 ng/m³. [1,8]

Data hasil pemantauan terhadap unsur yang dipantau ini dapat dijadikan sebagai baseline data dan sebagai bahan dalam mengambil kebijakan untuk pemulihan kualitas lingkungan, terutama kualitas udara ambien.

Data ini juga dapat digunakan sebagai data dasar dalam kajian baku mutu logam berat di udara ambien di Indonesia.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini terlaksana atas kerjasama PUSARPEDAL dengan PTNBR BATAN Bandung, Batan Yogyakarta, Pusat Pengelolaan Ekoregion (PPE) Sumatera, PPE Balinusra, PPE Sulawesi dan Maluku, BLH Provinsi Surabaya, BLH Provinsi Semarang, BPLHD Provinsi Jawa Barat, BPLHD Provinsi DKI Jakarta, dan BLH Kota Palangkaraya yang berpartisipasi dalam pengambilan contoh uji di daerah masing-masing. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada seluruh personil bidang pemantauan Pusarpedal, dan kelompok teknik analisis radiometri Batan yang terlibat dalam sampling dan analisis pada kajian logam berat ini, serta semua pihak yang telah membantu terlaksananya kegiatan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- (1) Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 14/1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara
- (2) Keputusan Kepala Bapedal No. 205/1996 tentang Pedoman Teknis Pengendalian Pencemaran Udara Sumber Tidak Bergerak.
- (3) Maenhaut W, Francois F, Andcafmeyer J. The Gent stacked filter unit sampler for collection of atmospheric aerosols in two size fractions. IAEA NAHRES-19; 1993
- (4) Hopke PK, Xie Y, Raunemaa T, Bieglski S, Landsberger S, Maenhaut W, Artoso P, Cohen DD. Characterization of Gent stacked filter unit PM10 sampler. *Aerosol Science and Technology* 1997; 27: 726-35.
- (5) Cohen, D.D., Taha, G., Stelcer, E.D., Garton, D., Box, G., The Measurement and Sources of Fine Particle Elemental Carbon at Several Key Sites in NSW over the Past Eight Years, *Journal of Geophysical* 102 (2000).
- (6) Chung, H. Serena and Senfeld. H. Jhon, Global Radiative Effect of Particulate Black Carbon, California Air Resources Board and the California Environmental Protection Agency, 2005.
- (7) Muhayatun, Achmad Hidayat, Diah. Ambien Air Concentration of PM_{2.5} and PM₁₀ in Bandung and Lembang in 2000-2006. *Indonesian Journal of Science and Nuclear Technology* 2008; X(1): 53-9
- (8) Muhayatun Santoso, Diah Dwiana Lestiani, Rita Mukhtar, Esrom Hamoangan, Halimah Syafrul, Andreas Markwitz, Philip K. Hopke, Preliminary Study of the Sources of Ambient Air Pollution in Serpong, Indonesia. *Atmospheric Pollution Research* (2) 2011, hal 190-196
- (9) Edwar, J.D., Ogren, J.A., Weiss, R.A., and Charlson, R.J., Particle air pollutants, *Atmos. Environ.*, 17 (1983) 2337-2341
- (10) Muhayatun Santoso, Diah Dwiana Lestiani, David D. Cohen, Long-Range Transport Partikulat Udara Halus di Bandung Indonesia. ISSN 2085 – 2797, hal 255